Lane Medical Library

Aus der experimentell-biologischen Abteilung
des Königlichen Pathologischen Instituts der Universität Berlin.

Beitrag zum Studium der Magenmotilität.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Gerhardt Katsch,
Medizinalpraktikant in Berlin.

Tag der Promotion: 22. Januar 1912.

Berlin 1912.
Druck von L. Schumacher, N. 4.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Königl. Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Orth.

Sonderabdruck aus: Internationale Beiträge z. Pathologie u. Therapie der Ernährungsstörungen. Bd. 3. Heft 4.

Meinem Vater

zugeeignet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/beitragzumstadiu0000gerh

Die Mehrzahl der Ingesten beansprucht vom Magen die Betätigung seiner mechanisch-chemischen Doppelfunktion. Neben den im Vordergrund stehenden sekretorischen und motorischen Vorgängen spielen auch osmotische und Resorptionsprozesse eine gewisse Rolle. Die nährstoffreien Getränke nun nehmen insofern eine Sonderstellung ein, als für sie der Magen im wesentlichen nur Durchgangsstation ist und nur motorische Arbeit zu leisten hat: denn als resorbierendes Organ hat die Magenschleimhaut, wenigstens für das Wasser, keine grosse Bedeutung [Moritz (43), v. Mehring (38).] Studien über die Magenmotilität werden darum zweckmässigerweise vom einfachen Wasserversuch, bei dem die motorische Leistung am reinsten zum Ausdruck gelangt, ausgehen müssen, besonders auch gerade dann, wenn auf die Beziehungen zwischen motorischer Tätigkeit und chemischen Reizen Gewicht gelegt wird. Gelangt reines Wasser in den Magen, so erfolgt, wie seit langem bekannt ist, eine möglichst prompte Weiterbeförderung in den Darm. Die durch die Kardia eintretenden Flüssigkeitswellen fliessen beim leeren oder mässig gefüllten Magen den kurzen Weg entlang der kleinen Kurvatur und können unter Benutzung dieser von Waldeyer (72) genauer anatomisch studierten „Magenstrasse", der „Magenrinne" von Kaufmann (26), direkt zum Pylorus gelangen. Anderseits gilt für erwiesen, dass ein gewisser Nährstoffabbau die Vorbedingung der Magenentleerung ist. Bringen wir eine eiweissreiche Kost in den Magen, so verweilt sie mehr oder weniger lange Zeit in demselben, da ja beim intraintestinalen Abbau des Eiweisses dem Magen in der Norm eine wichtige Aufgabe zufällt.

[London und Polowzowa (33)]. Geben wir nun Eiweiss in dünner Lösung oder in feiner Suspension in Wasser, so kann ein Antagonismus dieser zwei Reflexe eintreten, nämlich des Entleerungsreflexes für das Wasser und des anderen, der die Zurückhaltung des Eiweisses besorgt; und die Beobachtung des resultierenden Vorganges wird nicht verfehlen, einiges Licht zu werfen auf die Korrelationen der verschiedenen Tätigkeiten und Reflexe des Magens, obwohl selbstverständlich die zu beobachtenden Zeitunterschiede, wie wir vorwegnehmen, nicht entfernt so beträchtlich sind wie beim Vergleichen der Verweilzeit eines Wasserquantums mit einer Fleischration. Analog diesem Beispiel haben wir eine Anzahl von Versuchen mit dünnen reinen Nährstofflösungen oder Suspensionen angestellt, die als Beitrag zum Studium der Magenmotilität dienen mögen.

Die Versuche wurden an seit 36 Stunden nüchternen Hunden ausgeführt, denen eine seitliche Dastre-Pawlow'sche Kanüle im oberen Duodenum angelegt war. Während des Versuches wurde die Kanüle mit Glasröhrchen, Gummi und Quetschhahn armiert und alle 2 Minuten ein möglichst geringes Flüssigkeitspröbchen entnommen. Das Wasser wurde mit Methylenblau gefärbt [über die Technik vgl. Bickel und Roeder (3), Roeder (34)]. Zur Vergleichung der Verweilzeiten wurden in der Regel hintereinander mehrere Versuche angestellt. Anderseits verfuhr ich mit einem Hunde in der Weise, dass ich täglich zur selben Stunde nur einen Versuch machte und das Tier gleich hinterher mit täglich derselben Menge gehackten Pferdefleisches fütterte, während im übrigen keine Nahrung gereicht wurde. Letztere Methode schien mir exaktere Resultate zu geben.

Die motorische Tätigkeit des Magens, gemessen an den Entleerungszeiten, setzt sich zusammen aus den in kurzen Zeitabständen gruppenweis auftretenden Kontraktionen des Antrum und dem Spiel des Sphincter pylori [Moritz (43), Schemiakine (56), Konried (27), Prym (52)]. Nur eine geringere Rolle kommt daneben den „Tonusschwankungen" des Corpus ventriculi zu [Moritz (42)]. Diese sind von „äusserst geringer Amplitude" und zeigen aufgesetzte kleine Pendelbewegungen [Sick und Tedesko (63)], ähnlich wie nach Bayliss und Starling (zit. ibid.) die automatischen Kontraktionen am Darm. Die motorische Bedeutung des Fundusabschnittes ist neuerdings als gar zu gering angesehen worden [z. B. Cohnheim (7)], bis in der Arbeit von Sick und Tedesko

eine „Ehrenrettung der mechanischen Leistungen des Fundusabschnittes“ unternommen wurde. Man darf wohl nicht zu schematisch zwischen einer Pars digestiva und einer Pars motoria des Magens unterscheiden. Die Frage, ob ein Sphincter antri pylorici existiert — wenn auch nicht anatomisch, so doch funktionell — ist heute noch in Diskussion [Cannon (4), Sick und Tedesko (63), Kästle, Rieder und Rosenthal (24)]. Gesamtkontraktionen des Organes sind jedenfalls beim erwachsenen Menschen nur Ausnahmen, während sie beim Entleerungsmodus des Säuglingsmagens in der Norm vorzukommen scheinen [Leven und Barret (30)]. Die von Sick und Tedesko beobachtete aktive Diastole des Magenfundus ist für die Entleerung nicht von direktem Interesse.

Es steht nun diese motorische Tätigkeit unter dem regulierenden Einfluss von Reflexen, die vom Magen einerseits, vom Duodenum [Oppenheimer (45), Hirsch (17 u. 18), v. Mehring (38 u. 39), Pawlow (46), Rieder (53), Tobler (68), Cohnheim und Best 8)] und oberen Dünndarm [Marbaix (37)] anderseits ausgehen, über deren Bahn die heutige Nervenphysiologie nichts Definitives aussagen kann [Sick und Tedesko (63), Müller 44)]. Hinzu kommt eine psychische Beeinflussung der Motilität und allerlei Reflexe von der gesamten sensiblen Peripherie [vgl. die Zusammenstellung von Schüle (60, S. 71), ferner Kussmaul (28), Sée et Mathieu (61) usw.]. Hat man doch den Magen als einen „Indikator“ bezeichnet für die „Einstellung des gesamten Nervensystems“ [Ullmann (70)]. Auf einen speziellen Einfluss des Appetits auf die Motilität weisen Cohnheim und Best (8) hin, desgl. Haudek und Stigler (16). Meyer kann ihnen nur bedingt beistimmen (40). Auch der Penzoldt-Schüler A. Schmidt hat Erfahrungen gemacht, die gegen einen Einfluss des Appetits auf die Gesamtheit der motorischen Leistungen des Magens sprechen (58). Ferner spielen Körperbewegungen eine gewisse Rolle [Fleischer (13), Penzoldt (48), Moritz (43), A. Schmidt (58)]. Und endlich soll die Körperhaltung in Betracht kommen: beim Menschen geht bei rechter Seitenlage die Entleerung schneller vor sich als bei Rückenlage oder im ruhigen Umhergehen [Jolasse (21)].

Eindeutige differenzierende Beobachtungen, welche von all diesen Einflüssen auf den Sphinkterschluss und welche auf die Antrumkontraktionen einwirken, liegen bisher kaum vor. Immerhin haben sich Oppenheimer (45), v. Mehring (37), Schüle (60), Sick und Tedesko (63) und besonders Marbaix (37) hierhin ge-

richtete Fragen vorgelegt. Marbaix kommt zu dem Schluss, dass lediglich das Sphinkterspiel von Belang, die Magenkontraktionen dagegen „quasi nulles“ seien. Er stützt sich auf eigene und einige fremde Beobachtungen, die im angefüllten Magen nur minimale oder keine Druckerhöhungen und Druckschwankungen feststellen konnten. Demgegenüber möchten wir auf die Versuche von Moritz (42) hinweisen, der im Antrum pylori gelegentlich doch ziemlich bedeutende Druckwerte fand. Und Sick und Tedesko registrierten Druckschwankungen, die zeitlich mit den Kontraktionen zusammenfielen. Bei einer Hemmung der Entleerung des gefüllten Magens, z. B. durch den Säurereflex, wird man ja naturgemäss zunächst an einen Sphinkterschluss denken. Ob aber bei Beschleunigungen das Sphinkterspiel oder die Antrumkontraktionen verändert sind, scheint zweifelhaft. Vielleicht gelingt es mit der von mir angegebenen Duodenaldoppelkanüle mit angesetztem verbindenden U-Röhrchen (25), die eine optische Kontrolle der einzelnen Pylorusgüsse und der Kraft ihres Ausschiessens gestattet, in diesem Sinn Beobachtungen zu sammeln. Eine gewisse Rolle spielt wohl bei der Magenentleerung auch der Gegendruck des Duodenums, das ja nach der Annahme von Gross (15) sich gegen das Jejunum abschnüren und so einen abgeschlossenen Hohlraum bilden kann. Bei einigen Versuchen mit meiner Doppelkanüle war zu beobachten, dass am Ende eines energischen Pylorusschusses ein kurzes schwaches Rückströmen nach dem Magen zu auftrat. Es ist unentschieden, ob in diesem Moment der Pylorussphinkter schon geschlossen war und der Rückstrom also dadurch erfolgte, dass nach dem Sphinkterschluss unter dem Pylorus ein schwach negativer Innendruck zustande kam; oder ob bei noch offenem Sphinkter und schon nachlassender Magenkontraktion der Innendruck des Duodenums einen Augenblick das Uebergewicht erlangte.

Bei dieser Gelegenheit mag erwähnt sein, dass genau wie es vom Magen bekannt ist [Poensgen (51), Schönborn (59), Moritz (42), Contejan (11)] auch der Innendruck des Duodenums respiratorische Oszillationen aufweist. Es war das bei dem Doppelkanülenhunde einfach zu sehen, wenn das U-Röhrchen — weil die mehr anale Kanüle ein wenig höher angelegt war als die stomachale — sich nicht vollständig entleert hatte: die kleine sichtbare Flüssigkeitssäule zeigte Schwankungen, die synchron mit der Atmung waren.

Ein Pylorusschuss spielte sich bei dem Doppelkanülenhunde folgendermassen ab: Durch das vorher leere Glasröhrchen schoss ein blauer Flüssigkeitsstrahl mit ziemlich bedeutender Schnelligkeit und Propulsivkraft plötzlich hindurch. Das dauerte einige Augenblicke. Manchmal waren auch deutlich mehrere Wellen zu unterscheiden. Dann wurde der Strom allmählich träger, einen Augenblick sah man die Flüssigkeit rückwärts dem Magen zuströmen, dann rollten die magenwärts angesaugten geringen Wasserspuren wieder in das Röhrchen zurück. Während der nun folgenden Pause blieb infolge der Stellung des Röhrchens eine kleine Flüssigkeitssäule darin zurück, und deren Kuppe zeigte kleine Schwankungen, die mit der Respiration zusammenfielen.

Die im folgenden mitgeteilten Versuche beziehen sich summarisch auf die Austreibungsmotilität. Eine Berücksichtigung ihrer Komponenten ist ja übrigens nicht von unmittelbarer praktischer Bedeutung.

Obwohl wir bisweilen auch über Darmreflexe Beobachtungen machen konnten und beispielsweise einmal durch mechanische Reizung der Duodenalschleimhaut mit einer durch die Kanüle eingeführten Hühnerfeder für 25 Minuten Pylorusschluss bei gefülltem Magen eintreten sahen, ähnlich wie Moritz (43) und Tobler (68), so war doch unser Hauptinteresse, unserer Versuchsanordnung entsprechend, den regulativen Reflexen vom Magen aus zugewendet.

Von mechanischen Faktoren kommen in Betracht der Füllungszustand des Magens und die Konsistenz des Eingeführten. Was zunächst den Füllungszustand betrifft, so ist von vielen Autoren, besonders denen, die mit der Ausheberungsmethode Motilitätsuntersuchungen angestellt haben, hervorgehoben worden, dass grössere Mengen relativ schneller entleert werden [Penzoldt (48), Rieder (53), Tobler (69), Marbaix (37), Cohnheim und Best 9)], und dass in der ersten Hälfte der Entleerungszeit ein grösseres Quantum den Pylorus passiert als in der zweiten [Moritz (43)]. Penzoldt gibt, gestützt auf eine sehr gründliche Versuchsreihe mit dem Ausheberungsverfahren, an, dass besonders für Flüssigkeiten „die relative Erhöhung der Aufenthaltsdauer stets viel geringer ist als die der Nahrungsmenge". London (34) konstatierte am Fistelhund, dass die aus dem Magen in der Zeiteinheit entweichenden N-Mengen mit der Vermehrung der Nahrungsmenge bis zu einem gewissen Maximum progressiv zunehmen. Am prägnantesten drückt sich Rieder (53) aus. Er fand mit dem Röntgenverfahren, „dass durch stärkere Anfüllung die spezifische Entleerungsgeschwindigkeit gesteigert wird".

Man kann dies auch mit unserer Fistelmethode nachweisen, da man, wenn die günstig angelegte Fistel offen gelassen wird, das im Magen befindliche Wasser quantitativ wiedergewinnen kann, wie schon v. Mehring (38) bekannt war. Nur um ein Beispiel zu geben, habe ich beim Hund S, der im Durchschnitt 150 ccm Wasser in 40 Minuten aus dem Magen entleerte, einen Wasserversuch nach 30 Minuten unterbrochen, indem ich von der 30. Minute an die Fistel dauernd offen liess und nun den allmählich hervorquellenden Rest der im Magen vorhandenen Flüssigkeit sammelte. Es waren noch 10 ccm. Selbst angenommen, der Hund hätte in diesem Wasserversuch bis zur völligen Entleerung des Magens nicht wie gewöhnlich 40 Minuten gebraucht, sondern nur 34 Minuten, die kürzeste Zeit, die bei ihm vorgekommen ist, so würde sich auch dann noch ergeben, dass die Entleerung nicht entfernt proportional mit der Zeit fortschreitet.

Der Grund für dieses Verhalten ist wohl hauptsächlich ein mechanischer. Bei meinen wenigen bisherigen Versuchen mit meinem ersten Doppelkanülenhunde war es direkt zu beobachten, dass die ersten Entleerungsschüsse nach Aufnahme eines Flüssigkeitsquantums mit viel grösserer Kraft aus dem Pylorus hervorspritzten als die späteren. Das gefüllte Organ mit gedehnter Muskulatur kann wohl — solange die Dehnung nicht exzessiv ist — bei der Kontraktion eine bedeutendere Kraft entfalten als das weniger gefüllte, gerade wie es bei der Harnblase sich verhält. Ausserdem gibt wohl die Dehnung einen Kontraktionsreiz ab, ähnlich wie wir ihn durch Anfüllung des Rektums mit einem Einlauf auszulösen gewohnt sind. Schüle (60) wurde dazu geführt anzunehmen, dass die plötzliche Wandspannung des Magens als Kontraktionsreiz wirkt. Am ausgeschnittenen und in Ringer'scher Lösung suspendierten Magen fanden Sick und Tedesko (63) als konstante Erscheinung, „dass bei Vermehrung des Inhalts und darauf beruhender Dehnung ein mächtiger Bewegungsreiz einsetzt"; „die vorher kaum erkennbaren Kontraktionen der Fundusmuskulatur nehmen zusehends grössere Amplituden an, die rhythmische Peristaltik des Pylorusteiles wird energischer, die Zeitintervalle kleiner". v. Uexküll (71) fand übrigens bei niederen Tieren als allgemeine Erscheinung, dass „der Ablauf der Erregung vom Vorhandensein gedehnter Muskeln reguliert wird".

Vielleicht ist dieselbe mechanische Erklärung ganz oder teilweise zulässig für die Entleerungsbeschleunigung durch CO_2, die von verschiedenen Autoren nachgewiesen wurde [Kussmaul (28), Jaworski (20), Schüle (60), Meyer und Roeder (41)]. Im allgemeinen ist von den Autoren eine anregende Wirkung auf die „Magenperistaltik" angenommen worden. Indessen könnte auch

hier einfach die stärkere Dehnung des Magens kraftvollere Kontraktionen ermöglichen bzw. auslösen. Moritz (42) hat gezeigt, eine wie bedeutende Drucksteigerung im Magen das gewöhnliche Aufblähungsbrausegetränk aus Natrium bicarbonicum und Acidum tartaricum hervorzubringen vermag. Und Marbaix (37) konnte durch Aufblähung des Magens mit Luft eine Beschleunigung der Entleerung bewirken. Bei diesen Versuchen musste nur durch die Art der Lagerung dafür gesorgt werden, dass die Luft nicht darmwärts entweichen konnte.

Der Einfluss der Konsistenz ist von einigen als sehr bedeutend eingeschätzt worden [Moritz (43), Schüle (60)]. Doch scheint es an recht eindeutigen Versuchen über den Einfluss der Konsistenz zu fehlen. Denn wenn gezeigt wird, dass die Verweildauer von Wasser durch die Anwesenheit von Fleisch oder Wurst im Magen beeinflusst wird, so ist ja erst noch zu beweisen, dass dafür nur die somit veränderte Konsistenz des Mageninhalts verantwortlich gemacht werden muss. Auch die Vergleichung von groben Fleischbrocken und feingehacktem Fleisch ist nicht ganz eindeutig, weil diese verschiedene „Konsistenz“ einen verschiedenen Ablauf der chemischen Vorgänge im Magen bedingt. Als gesichert kann wohl gelten, dass bei gleichzeitiger Aufnahme von fester und flüssiger Nahrung nach dem Ablaufen der Hauptflüssigkeitsmenge ein gewisses Flüssigkeitsquantum mit den im Magen verbleibenden festen Speisen noch zurückbehalten wird. Anderseits kann bei Anwesenheit konsistenterer Speisen im Magenfundus eine nachträglich genommene Flüssigkeit ziemlich schnell den Magen passieren [Cohnheim (6)].

Die Wirksamkeit thermischer Reize, die schon Moritz (43) für wahrscheinlich erklärte, wird von vielen Autoren behauptet [Fleischer (13), Jaworski (20), Schüle (60), Roeder (54)]. Penzoldt dagegen berichtet über einige Versuche am Menschen, denen zufolge verschiedene heisse Getränke den Magen nicht schneller verliessen als kaltes Wasser. Doch scheint die Verweildauer desselben Getränks bei verschiedener Temperatur nicht geprüft worden zu sein. Neuerdings ist die thermische Reizbarkeit von Cohnheim und Best wieder bestritten worden (9), bei deren Versuchen — am ösophagotomierten Magenfistelhund bei gleichzeitiger Scheinfütterung — die verschiedenen Flüssigkeiten, Bier, Kaffee, Zuckerwasser, Biliner, Bouillon usw., eiskalte und warme Getränke dieselbe Verweildauer im Magen aufwiesen. Der Grund dafür liegt

wohl in der besonderen Versuchsanordnung dieser Forscher, worauf Meyer (40) soeben hingewiesen hat. Ich habe in Bezug auf thermische Reize nicht systematisch Versuche angestellt. Die wenigen, die aus anderen Gründen gelegentlich eingefügt wurden, seien hier protokolliert, weil die Frage jetzt wieder strittig ist.

Hund A
erhielt 150 ccm Wasser (Methode II, siehe unten)
bei 18° C. Verweildauer 40 Min.
„ 40° C. „ 24 „

Hund S
erhielt 150 ccm 3 proz. Rohrzuckerlösung
bei 18° C Verweildauer 40 Min.
„ 36° C „ 40 „
„ 46° C „ 20 „

Wir kommen nun zum eigentlichen Thema unserer Versuche: den chemischen Reizen. Es fehlt keineswegs an Untersuchungen darüber, wie verschiedene Nahrungsmittel, Fleisch, Milch, Brot sich bezüglich der Verweildauer im Magen verhalten. Am Menschen hat Penzoldt mit seinen Schülern in grossem Stil derartige Untersuchungen vorgenommen. Auch haben Tobler und Bogen (69), Bickel und Roeder (3) u. a. die Verweildauer von verschieden zusammengesetzten Milchen beim Menschen und am Hunde verglichen. Durch all diese Arbeiten sind für die praktische Diätetik wertvolle Resultate gefunden worden. Es liegt aber auf der Hand, dass es sich bei der Motilitätsbeeinflussung durch Fleisch oder Milch um komplexe Wirkungen handeln kann, an denen die Bestandteile dieser Nahrungsmittel sich — konkurrierend oder synergisch — in verschiedener Weise beteiligen. Wir haben deshalb Versuche mit elementaren Nährstoffen angestellt. Diese wurden einem stets gleichen Quantum Wasser (150 ccm) nur in geringer Menge zugesetzt, damit ein Einfluss der Konsistenz möglichst ausgeschlossen werde. Es handelte sich also um Lösungen oder feine Suspensionen von reinen Nährstoffen in Wasser. In der Regel wurden die Flüssigkeiten bei einer Temperatur von 18 Centigrad verabreicht. Die Verzögerung der Verweildauer wurde nach drei Methoden angestellt. Es wurden an demselben Tage hintereinander, d. h. natürlich mit einer Ruhepause dazwischen, zwei zu vergleichende Flüssigkeiten eingegossen (Methode I). Oder es wurde mit einem Hunde jeden Tag um die gleiche Zeit zu

ein Versuch mit einer Flüssigkeit gemacht, und hernach das Tier in gleichmässiger Weise mit einer leicht verdaulichen Mahlzeit gefüttert, so dass der Magen nach 24 Stunden wieder leer war. Es wurden also zu vergleichende Versuche an verschiedenen Tagen, aber unter möglichst gleichen Bedingungen angestellt (Methode II). Endlich wurden, wenn ein Hund dieselben Flüssigkeiten mehrfach erhalten hatte, die arithmetischen Mittelwerte zum Vergleich herangezogen (Methode III).

Eiweiss.

Es ist bekannt, dass reine Eiweissstoffe die Magensekretion wenig oder gar nicht anregen. So lehrt Pawlow, und es fehlt nicht an Bestätigungen von anderer Seite. Für Eiereiweiss fand Strauss (zit. 7) keine Sekretion, ebensowenig Lang (zit. ibid.) für vegetabilisches Eiweiss. Die Absonderung der Pepsin-Salzsäure ist zwar für sie bestimmt, doch vermögen sie diese Absonderung nicht selber anzuregen, sondern bedürfen dazu der in den Nahrungsmitteln sie begleitenden Satelliten, der Extraktivstoffe. Damit die Pepsin-Salzsäure ihre Wirkung entfalten könne, ist ein gewisses Verweilen des Eiweisses im Magen notwendig. Und das tatsächliche Verweilen eiweissreicher Kost bis zu einem ziemlich weitgehenden Stadium des Abbaues ist ja erwiesen [London und Polowzowa (33)]. Hinter dem Röntgenschirm wurde bei Katzen beobachtet, dass Eiweissstoffe viel länger im Magen verweilen als Kohlehydrate [Cannon (4)]. Was bewirkt diese Motilitätshemmung? Hängt sie wiederum von den Extraktivstoffen ab, die dann in noch höherem Masse den Eiweisskörpern gleichsam zur Bevormundung mitgegeben schienen, oder veranlassen die Eiweissstoffe selbst diese Hemmung? Dass die Extraktivstoffe direkt eine nennenswerte Erhöhung der Verweildauer nicht bewirken, haben mehrere Experimentatoren gezeigt, die die Austreibungszeit von Bouillon und Wasser verglichen [Moritz 43, Rueder (54)]. Anderseits muss als feststehend gelten, dass die Verzögerung der Entleerung durch eiweissreichen Inhalt im wesentlichen von der produzierten HCl abhängt, die vom Duodenum aus Pylorusverschluss bewirkt [Hirsch (17), v. Mehring 37, 38), Serdjukow (62)]. Ebenso wie mit reiner Salzsäure konnte dieser Reflex auch durch Einspritzen „saurer peptischer Verdauungsflüssigkeiten" ins Duodenum künstlich hervorgerufen werden [Tobler (68), London (35)]. Da wir einerseits die Entleerungshemmung durch Säure kennen und anderseits

wissen, wie sehr die Quantität der abgeschiedenen Säure von chemischen Reizen abhängig ist [Pawlow (46), Bickel (2)], so muss überhaupt eine Korrelation zwischen sekretorischen und motorischen Vorgängen aus diesen zwei Tatsachen erschlossen werden.

Zur Ergänzung der erwähnten Befunde haben wir erfahren wollen, ob die reinen Eiweissstoffe selbst einen Einfluss auf die Verweildauer im Magen haben. Zu diesem Zweck konnten wir nur wirklich reine Eiweisspräparate verwenden. Die von Penzoldt in einer Versuchsreihe mit Eiweisspräparaten in Auflösungen und Aufschwemmungen benutzten Substanzen (Fleischsolution, meat juice usw.) waren für unsere Zwecke ungeeignet, weil sie neben Eiweiss auch Salze und Extraktivstoffe enthalten.

Ein solcher Motilitätseinfluss durch Eiweiss ist vorhanden, und zwar in verzögerndem Sinne. Aber er war bei der geringen Menge Eiweiss (4,5 g = 3 pCt.), die wir reichten, oft nur sehr unbedeutend. Wie diese Verzögerung zustande kommt, ob sie der durch die angeregte (geringe) Salzsäuresekretion bewirkten Hemmung entspricht, ob ein mechanischer Konsistenzeinfluss mitspricht, ob ein spezifischer Reiz die Ursache ist, das können wir nicht entscheiden.

Es seien für jeden der 4 Eiweissstoffe, mit denen wir arbeiteten, einige Versuche angeführt. Es waren Kasein, Laktalbumin, eine Glidine (Dr. Klopfer) und Ovalbumin. Dazu ist zu bemerken, dass Ovalbumin und Laktalbumin wasserlöslich sind, während Kasein und die Glidine in feiner Schüttelsuspension eingegossen wurden.

Hund C (Methode I)

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
150 ccm	18°	00	38
150 „	18°	3 pCt. Laktalbumin	50
		Hund S (Methode I)	
150 ccm	18°	00	38
150 „	18°	3 pCt. Ovalbumin	48
150 „	18°	00	44
150 „	18°	3 pCt. Kasein	58
150 „	18°	00	44
150 „	18°	3 pCt. Glidine	54
		Hund A (Methode II)	
150 ccm	18°	00	40
150 „	18°	6 pCt. Laktalbumin	46

Bei den Eiweissversuchen zeigen die ersten aus dem Duodenum abgenommenen Pröbchen das Eiweiss unverändert, so wie es gegeben wurde. Selbst das feine korrelative Ineinandergreifen des Verdauungsapparates verhindert natürlich nicht, dass mit dem Wasser, dessen Einfluss ja bei unserer Versuchsanordnung überwiegen muss, eine gewisse Menge Eiweiss ganz unverarbeitet in den Darm abgeschwemmt wird. Der Satz, dass ein gewisser Nährstoffabbau die Voraussetzung der Magenentleerung sei, gilt mithin bei flüssiger Nahrung nicht für die ersten Minuten nach der Nahrungsaufnahme. Aehnliches protokollierte schon Moritz (43) bei einem Milchversuche. Der Einwurf, den man seinen Versuchen machen kann, dass sie bei dauernd offener Fistel angestellt und wegen des fehlenden Darmreflexes nicht brauchbar seien, fällt bei unserer Versuchsanordnung fort.

Aus dem Befunde, dass gegen Ende der Versuche die abgenommenen Pröbchen stets wachsende Mengen von Eiweissgerinnselchen enthalten, geht hervor, dass die Bewegungen des Magenfundus unbedeutend genug sein müssen, um ein Sedimentieren der Flüssigkeiten im Magen zuzulassen. Hiermit übereinstimmend haben andere ein „Sortiervermögen“ des Magens für feste und flüssige Nahrung beobachtet (Moritz, l. c.). Auch ist das Sedimentieren im Magen eine den Röntgenologen geläufige Erscheinung.

Wir haben nun eine Reihe von Doppelversuchen angestellt, um zu sehen, ob die vier untersuchten Eiweissstoffe in verschiedenem Grade eine Hemmung bewirken, speziell, ob die in Suspension gereichten von den als Lösung verabfolgten sich unterscheiden. Es wurden in jedem Doppelversuch zwei der genannten Eiweisskörper verglichen. Dabei haben sich greifbare und konstante Unterschiede nicht gezeigt. Ein paar Beispiele aus dieser Versuchsreihe führe ich zur Illustration an.

Hund C

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
150 ccm	18°	Glidine 3 pCt.	56
150 „	18°	Ovalbumin 3 pCt.	38
150 „	18°	Glidine 3 pCt.	56
150 „	18°	Kasein 3 pCt.	72
150 „	18°	Kasein 3 pCt.	44
150 „	18°	Ovalbumin 3 pCt.	46
150 „	18°	Kasein 3 pCt.	60
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt.	62

Nachdem ich in dieser Weise eine Reihe von Versuchen ohne rechtes Resultat angestellt hatte, berechnete ich entsprechend Methode III die Mittelwerte für die verschiedenen Eiweissstoffe. Das Ergebnis zeigt die nächste Tabelle. Ich kann aber auf die Unterschiede, die sich auf diese Weise ergeben, unmöglich viel Gewicht legen. Deutlich schien mir nur, dass Ovalbumin eine sehr geringe Hemmung der Entleerung bewirkt, im Vergleich mit den anderen Präparaten.

Hund C.

Wasser im Durchschnitt 37 Min.

Zusatz	Verweildauer in Minuten	Verweildauer im Durchschnitt
Ovalbumin	38, 46, 44,	43 Min.
Laktalbumin	50, 38, 50, 62	50 „
Glidine	56, 52, 56	55 „
Kasein	60, 44, 72, 58, 60	59 „

Hund S.

Wasser im Durchschnitt 40 Min.

Zusatz	Verweildauer in Minuten	Verweildauer im Durchschnitt
Ovalbumin	48	48 Min.
Laktalbumin	54, 48	51 „
Glidine	54, 68	61 „
Kasein	58, 76	67 „

Uebrigens verwunderte sich schon Marbaix (37, S. 299), dass rohes Eiereiweiss ebenso schnell durch den Magen ging wie einfaches Wasser. Und Cannon, der den verzögernden Einfluss der Eiweissstoffe beobachten konnte, berichtet, dass im Gegensatz zu deren Mehrzahl das Ovalbumin — roh oder gekocht — den Magen ebenso schnell verlässt wie Kohlehydrate (4, S. 399).

Kohlehydrate.

Ueber den Einfluss der Kohlehydrate habe ich nicht viel elementare Versuche gefunden. Tobler (69) klagt über den Mangel an solchen Untersuchungen. Auch sind die vorhandenen Angaben nicht frei von Widersprüchen. Penzoldt hat mit Krieger (48, 50) gesehen, dass Kakao und Tee bei Zusatz von Zucker länger im Magen verweilen als sonst. Schüle meldet, dass durch

reichlichen Zuckergenuss die Verdauungszeit reichlich verlängert werde (l. c.); ja er sagt, dass Zuckerzutaten „mehr als alle anderen Ingesta“ die Verdauungsarbeit, speziell auch die Motilität erschweren. Bei geringen Mengen Rohrzuckers (10 bis 30 g) fand dieser Autor „keine erkennbare Alteration der Verdauung“. Roeder (l. c.) hat seinen elementaren Experimenten über die Verweildauer von Salzlösungen verschiedener molekularer Konzentration einen vereinzelten Versuch mit Zucker angegliedert, der nur ein unvollständiges Bild von der Wirkungsweise gibt. Inzwischen, d. h. nach Anstellung der dem Folgenden zugrunde liegenden Versuche, die sämtlich in den Winter 1909/10 fallen, haben Cohnheim und Best (9) einen Einfluss des Zuckers auf die Magenentleerung geleugnet. Dagegen hat Meyer (40) neuerdings einige Versuche mit Zuckerlösungen angestellt und ist, ohne von meinen Versuchen unterrichtet zu sein, zu sehr ähnlichen Resultaten gekommen. Den besten Einblick gewähren die Versuche von H. Strauss (66) am Menschen. Nach Strauss verweilen konzentrierte Zuckerlösungen — es wurde mit solchen von mehr als 17 pCt. gearbeitet — relativ lange im Magen, während hingegen 3proz. Lösungen sehr schnell aus dem Magen verschwanden (S. 255). Ob die 3proz. Lösungen schneller verschwanden als reines Wasser, ist allerdings nicht gesagt.

In meinen Versuchen ergab sich als erstes, dass schwache (hypotonische) Lösungen von verschiedenen Zuckern eine mehr oder weniger ausgesprochene Beschleunigung der Magenpassage bewirken. Bisweilen war diese beschleunigende Wirkung recht auffallend, während in einigen Fällen sich kein Unterschied gegen reines Wasser zeigte. Es dürfte ein Zufall sein, dass sich unter unseren Versuchen keiner findet, der für Milchzucker eine ebenso deutliche Motilitätsanregung angibt wie für die anderen Zuckerarten. Hier folgen einige abgekürzte Versuchsprotokolle.

Hund S (Methode I)

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Minuten
150 ccm	18°	00	50
150 „	18°	Rohrzucker 3 pCt.	24
150 „	18°	00	34
150 „	18°	Milchzucker 3 pCt.	40

Hund A (Methode II)

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Minuten
150 ccm	18°	00	40
150 „	18°	Traubenzucker 2 pCt.	26
150 „	18°	Milchzucker 3 pCt.	47
150 „	18°	Rohrzucker 3 pCt.	26

Wir verfügen dann noch über eine Anzahl freistehender Versuche mit dünnen Zuckerlösungen, d. h. Versuche, denen nicht am selben Tage ein Vergleichsversuch mit reinem Wasser vorausgeschickt worden war. Da aus 5 Versuchen die durchschnittliche Verweildauer für reines Wasser bekannt war, konnte diese als Basis für die Vergleichung dienen.

Hund S (Methode III)

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Minuten
150 ccm	18°	00	38
			44
			50
			34
			34
			38
			im Durchschnitt 40
150 ccm	18°	3 pCt. Rohrzucker	26
			24
			38
			24
			im Durchschnitt 28
150 ccm	18°	3 pCt. Milchzucker	40
			60
			42
			im Durchschnitt 47
150 ccm	18°	3 pCt. Traubenzucker	40

Wenn nun von verschiedenen Forschern ein hemmender Einfluss des Zuckers beobachtet wurde (s. o.), im Gegensatz zu den eben mitgeteilten Befunden, so ist die Erklärung für diese Verschiedenheit einfach: Es kommt auf die Konzentration der verwandten Lösungen an. Gegenüber der bisweilen so deutlichen Beschleunigung durch geringen Zuckerzusatz fanden wir mit Lösungen von 6 pCt., die also der Isotonie nahe waren, keinen deutlichen

Einfluss und konnten dann bei konzentrierteren (20 pCt.) Zuckerlösungen stets eine starke Verzögerung bis zur Magenleere konstatieren. Wir befinden uns hier in Uebereinstimmung mit den oben zitierten Angaben von Strauss. Mit mittleren Konzentrationen haben wir nur einzelne Versuche angestellt, die uns nicht erlauben, über den Uebergang von Beschleunigung zur Verzögerung etwas auszusagen.

Hund S (Methode I).

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
150 ccm	18°	00	34
150 „	18°	Milchzucker 20 pCt.	96
150 „	18°	00	38
150 „	18°	Milchzucker 20 pCt.	100
150 „	18°	00	34
150 „	18°	Rohrzucker 10 pCt.	66

Derselbe Hund entleerte in zwei Einzelversuchen:

20 pCt. Rohrzuckerlösung in 106 Min.
20 „ Traubenzuckerlösung „ 96 „

Es wäre sonderbar, wenn dieselbe chemische Substanz in geringer Dosis einen entgegengesetzten Reiz ausüben sollte wie in grösserer Menge. Der Grund für das verschiedene Verhalten verschieden konzentrierter Lösungen liegt offenbar in dem physikalischen Faktor der molekularen Konzentration selbst. Wir wurden auf diese Erklärung sehr einfach hingeführt: Da der eingegossenen Flüssigkeit regelmässig ein gleiches Quantum Farbe zugesetzt wurde (10 Tropfen einer 1 proz. Methylenblaulösung), so konnten wir uns in einem Reagierröhrchen eine ebenso intensiv gefärbte Lösung aufbewahren und hernach die von der Fistel abgenommenen Pröbchen damit vergleichen. So konnte aufs einfachste kolorimetrisch nachgewiesen werden, dass die Flüssigkeit im Magen eine nicht unbedeutende Verdünnung erfahren hatte. Es zeigte sich diese Verdünnung nicht gleich nach Beginn des Versuches, sie war progressiv. Dass sie etwa durch beigemischten Darmsaft bedingt wurde, konnte für die frisch ankommenden Pylorusschüsse ausgeschlossen werden. Auch die Reduktionsproben wurden während der Versuche allmählich schwächer.

Dass Zucker im Magen zwar keine stärkere Sekretion [Pawlow (46), Clemm (5), Strauss (66)] wohl aber Diffusionsvorgänge auslöst, ist seit den überzeugenden Versuchen von v. Mehring (37) bekannt. Zahlreiche Forscher haben gezeigt, wie bedeutende Wassermengen durch solche Diffusionsvorgänge in den Magen ausgeschieden werden können [Smith (64), Brand (l. cit. 66), Moritz (43), v. Anrep (1)]. Im Hinblick auf diese nach Zuckeraufnahme erfolgende HCl-arme Transsudation in den Magen hat Strauss (66) eine Zuckerkur bei hyperaziden Zuständen empfohlen. Schüle (l. cit. S. 51) konstatiert u. a., dass die „verdauende Kraft des Magensaftes ganz deutlich, entsprechend der steigenden Konzentration der Zuckerlösungen abnahm". Einige Forscher haben angenommen, dass im Magen neben der Verdauungssekretion eine Verdünnungssekretion vorkomme [Strauss (67), Rôth und Strauss (55), Justesen (22)]. Dagegen sprechen die Erhebungen von Schloss (57) gegen das Vorkommen einer solchen Verdünnungssekretion. Ferner stellte am Kaninchen v. Werther (73) fest, dass selbst bei Fütterung sehr grosser Zuckermengen die absolute HCl-Menge nicht vermindert werde und ein Nachteil für die Eiweissverdauung nicht erwachse. Penzoldt (49, S. 234) sah bei zuckerhaltigen Flüssigkeiten lange vor der völligen Entleerung die Zuckerreaktion der exprimierten Proben aufhören.

v. Werther hat übrigens auch im Darm bei exzessiver Zuckerfütterung von Kaninchen eine bedeutende Transsudation erfolgen sehen.

Resümierend würden wir sagen: Zucker macht in dünner Lösung eine Anregung der Magenmotilität. Bei Lösungen stärkerer Konzentration wird durch Diffusionsvorgänge, die die gereichte Flüssigkeit im Magen bedeutend vermehren, eine beträchtliche Verzögerung bis zur Magenleere bewirkt. Es wäre nicht ausgeschlossen, dass trotzdem eine lebhaftere motorische Tätigkeit besteht, es müsste dann die Vermehrung des zu bewältigenden Flüssigkeitsquantums die Motilitätsanregung überwiegen. Für die in praktischer Hinsicht wichtige Frage, wie lange nach Aufnahme gewisser Ingesta der Magen noch beschäftigt bleibt, macht es, wie schon Moritz betont, „keinen Unterschied, ob der im Magen sich vorfindende Inhalt ausschliesslich auf die eingeführten Massen oder auf inzwischen abgesondertes Sekret (bzw. auf Transsudat) zu beziehen ist". Ob die Motilitätsanregung durch Zucker im Zusammenhang steht mit der von einigen behaupteten „tonisierenden Wirkung" des Zuckers auf

glatte Muskulatur [Kafemann (23)], die auch dessen Verwendung als Aphrodisiakum hat erklären sollen, das steht dahin. Wir können eben auch nicht entscheiden, ob die Beschleunigung durch Zuckerzusatz auf Verstärkung der Antrumkontraktionen beruht oder auf einem längeren Offenbleiben des Pylorus. Man wird überdies bei dem schnellen Verschwinden dünner Zuckerlösungen vielleicht doch auch an resorptive Vorgänge denken müssen. Nur erwähnen wollen wir eine vergleichend physiologische Notiz von Colin (10), welche besagt, dass beim pflanzenfressenden Pferde der Pylorus fast dauernd offensteht, während er bei Fleischfressern fast ständig kontrahiert gefunden wurde.

Stärke scheint bei der von uns angewandten Technik die charakteristische Zuckerwirkung nicht zu zeigen. Jedoch verfügen wir nicht über zulängliche einschlägige Beobachtungen. Der Hund, der zu einigen Stärkeversuchen benutzt wurde, zeigte in diesen Tagen schon Symptome einer beginnenden Erkrankung. Uebrigens wirkt bekanntlich die Stärke ganz anders auf die Sekretion als der Zucker. Während Zucker im Magen wenig auf die Sekretion wirkt und dagegen die Abscheidung eines HCl-armen Transsudates hervorruft, wirkt Stärke anregend auf die Salzsäureproduktion [Ewald und Boas (12), Sticker (65)].

Einen beschleunigenden Einfluss der Kohlehydrate, der wohl auch auf die Stärke mitzubeziehen ist, haben London und Polowzowa (33) bei Darreichung einer Kost aus Kohlehydrat und Eiweiss (Weissbrot) beobachtet. Es zeigte sich, dass der Kohlehydratanteil schneller aus dem Magen entfernt wird als das Eiweiss. Dieselben Autoren haben experimentell gezeigt, dass bei dieser Kohlehydrateiweissnahrung die Eiweissverdauung im Magen $^2/_3$ der eingeführten Menge, die Kohlehydratverdauung nur $^1/_4$ beträgt. Es könnte danach die schnelle Magenpassage der Kohlehydrate als eine mit digestorisch-sekretorischen Vorgängen in Korrelation stehende Einrichtung erscheinen.

Fette.

Mit Fetten haben wir keine Versuche angestellt, da in völlig übereinstimmender Weise schon von vielen Untersuchern eine deutliche Hemmung der Magenentleerung durch Fette konstatiert worden ist [Lintwarew (32), Gordejew (14), Penzoldt (48), Moritz (43), Tobler und Bogen (69), Cannon (4)]. Auch der Mechanismus dieser Hemmung ist von der Pawlow-Schule aufgeklärt worden:

Es handelt sich wie bei der Hemmung durch Säure um einen vom Duodenum ausgehenden Chemoreflex, der Pylorusabschluss bewirkt. Da derselbe hemmende Einfluss auch den Fettsäuren zukommt [Levites (31)], so haben wir nur prüfen wollen, wie sich das andere Spaltprodukt der Fette, das Glyzerin verhält. Das freie Glyzerin machte in einem, allerdings nur einzelnen Versuche eine Beschleunigung der Passage.

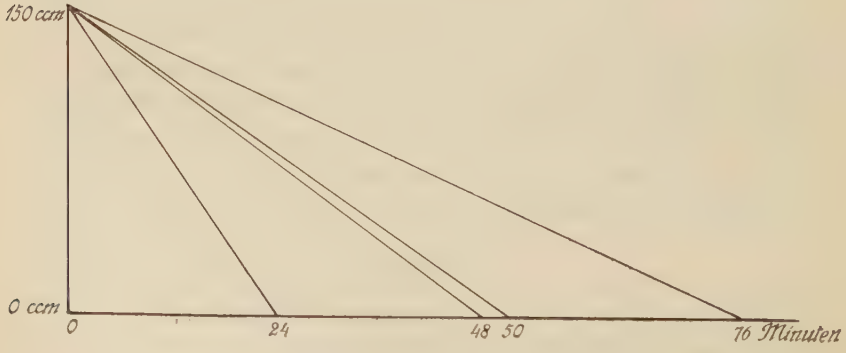
Hund A (Methode II)

Wasser	42 Min.
10 proz. Glyzerinlösung .	32 „

Kombination mehrerer Reize.

Mit einem unserer Hunde (S), der zu zahlreichen Eiweiss- und Zuckerversuchen gedient hatte, sind ein paar Versuche mit gleichzeitigem Zucker- und Eiweisszusatz zu dem stets konstanten Wasserquantum angestellt worden. Wir wollten damit versuchen, auf den elementaren Experimenten weiterbauend, etwas über das Zusammenwirken mehrerer Reize zu erfahren. Es zeigte sich, dass auch bei dieser Anordnung der beschleunigende Einfluss geringer Zuckergaben zu erkennen war.

Einen vierfachen Versuch vom 20. Dezember, der unsere Befunde über das Verweilen von Wasser mit Eiweiss-, mit Zuckerzusatz und mit Zusatz von beiden repräsentieren kann, geben wir durch Kurven wieder.



In der Reihenfolge der Darreichung:

A = 150 ccm Wasser bei 18°
B = 150 „ „ „ 18° + 3 pCt. Kasein + 3 pCt. Rohrzucker
C = 150 „ „ „ 18° + 3 „ „
D = 150 „ „ „ 18° + 3 „ Rohrzucker

Ein ähnliches Verhalten zeigte sich in mehreren Versuchen:

Hund S (Methode I).

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
150 ccm	18°	Laktalbumin 3 pCt.	48
150 „	18°	Rohrzucker 3 pCt.	26
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt. + Rohrzucker 3 pCt.	40
—	—	00	34
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt. + Rohrzucker 3 pCt.	60
150 „	18°	Rohrzucker 3 pCt.	38
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt. + Rohrzucker 3 pCt.	50
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt. + Rohrzucker 3 pCt.	36
—	—	00	34

Hund A (Methode II).

150 ccm	18°	Glukose 2 pCt.	26
150 „	18°	Laktalbumin 3 pCt. + Glukose 2 pCt.	38
—	—	00	40

Ein Versuch fällt aus diesem Rahmen auffällig heraus, ohne dass ich einen Grund dafür wüsste.

Hund S (Methode I).

150 ccm	18°	Glidine 3 pCt.	68
—	—	Glidine 3 pCt. + Rohrzucker 3 pCt.	120

Man könnte gegen diese Versuche den Einwand erheben — besonders in den Fällen, wo vier Versuche an einem Tage angestellt wurden — dass ein nachwirkender Sekretionsreiz von den voraufgegangenen Eingüssen auf die nachfolgenden störend einwirke. Indessen handelt es sich ja um Substanzen, die als Anreger der Magensekretion kaum in Betracht kommen. Ausserdem fällt dieser Einwand fort für den einen Versuch mit Hund A nach der Methode II. Erwähnt sei noch, dass bei jenen vierfachen Versuchen der Hund in den Pausen zum Harnlassen hinausgeführt wurde, da nach Cohnheim (6) Anfüllung der Blase bzw. das damit verbundene Unlustgefühl die Magenentleerung verzögert.

In zwei Versuchen wurde 6proz. Rohrzucker zugesetzt ausser dem Eiweiss. Hier war eine deutlich beschleunigende Wirkung des Zuckers nicht zu erkennen.

Hund S (Methode I).

Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
150 ccm	18°	00	44
150 „	18°	Kasein 3 pCt.	58
150 „	18°	Kasein 3 pCt. + Rohrzucker 6 pCt.	60
150 „	18°	Glidine 3 pCt.	54
150 „	18°	Glidine 3 pCt. + Rohrzucker 6 pCt.	70

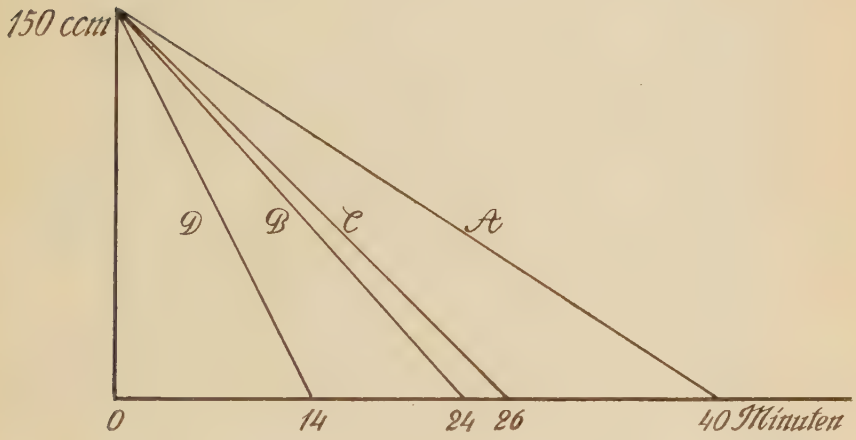
Ueber Beobachtungen, die den Einfluss der Kohlehydrate auf die Eiweissmagenverdauung betreffen, haben wir nicht viel Angaben gefunden. Tobler (69) spricht von einigen Versuchen, in denen beim Hunde und beim Kinde durch Zuckerwasserzugabe die Magenverdauung abgekürzt wurde. Cannon (4) gibt an, dass die Verweilzeit für eine gemischte Kohlehydrateiweisskost in der Mitte liegt zwischen den Verweilzeiten für Kohlehydrate und Eiweissstoffe allein. Diese Experimente wurden an Katzen ausgeführt, die Cannon vor dem Röntgenschirm beobachtete. Dabei fand sich noch folgendes bemerkenswertes Detail. Eiweiss, das hinter einer Kohlehydratration hinterdrein gegeben wurde, hatte keinerlei Einfluss auf die Entleerung der Kohlehydrate. Wurde dagegen erst Eiweiss und dann Kohlehydrat verabreicht, so überwog der verzögernde Einfluss der Eiweissnahrung. Interessant sind die Befunde von London und Polowzowa (33). Wie schon oben erwähnt, fanden diese Autoren, dass bei einer Kohlehydrateiweisskost (Brot) in derselben Zeit relativ grössere Mengen des Kohlehydratanteiles den Magen verlassen als vom Eiweiss. Dieselben Autoren fanden, indem sie Versuche mit entsprechenden Mengen von Eiereiweiss und Brot gegenüberstellten, dass bei Darreichung von Kohlehydrat plus Eiweiss „die Verdauung wie die Resorption des Eiweisses schneller vor sich ging als bei reiner Eiweissnahrung". Mit unbestreitbarem Rechte sagen sie hierüber: „Der Grund dieser Erscheinung liegt aber unserer Meinung nach keineswegs in der Anwesenheit von Kohlehydraten im Brot resp. in deren event. günstigem Einfluss auf die Eiweissverdauung, vielmehr scheint die Ursache der schnelleren Eiweissverdauung bei Brotnahrung darin zu liegen, dass infolge lockerer und poröser Konsistenz des Brotes die Verdauungssäfte in dasselbe einzudringen und dasselbe zu durchtränken vermögen, während dieselben auf die kompakten Hühnereiweissstücke nur von der Oberfläche her einwirken können." Aus

diesen Betrachtungen geht hervor, wie notwendig für die Aufklärung verschiedener Fragen die Anstellung derartig elementarer Versuche ist, wie wir einige in dieser Arbeit liefern.

Zum Schluss erwähnen wir noch einen Versuch, in dem das Zusammenwirken des thermischen und des Zuckerreizes untersucht wurde.

Hund A (Methode II).

	Menge Wasser	Temperatur	Zusatz	Verweildauer in Min.
A	150 ccm	18°	00	40
B	150 „	40°	00	24
C	150 „	18°	Rohrzucker 3 pCt.	26
D	150 „	40°	Rohrzucker 3 pCt.	14



Es zeigte sich also — wofern dieser einmalige Versuch nicht trügt — dass Wärmereiz und Beschleunigungsreiz durch Zucker sich summieren können. Vielleicht erklärt sich hierdurch die Wirkung des heissen Glases Zuckerwasser, das als mildestes „Schlafmittel“ seit Alters im Hausgebrauch Anwendung findet. Es spült den Magen leer. Und eine nachmittägliche Tasse mässig süssen Tees hat event. eine analoge die Verdauung befördernde Wirkung.

Schliesslich sei noch des Zusammentreffens von Zucker und Fett im Magen gedacht. Seit langem gelten unter Aerzten und Laien sehr fette, sehr süsse Speisen als besonders schwer verdaulich. Auf Grund der heute vorliegenden Beobachtungen kann man

eine plausible Erklärung dafür geben: Das Fett verzögert durch den bekannten Chemoreflex die Magenentleerung. Der gleichzeitig anwesende Zucker bewirkt eine mehr oder weniger profuse Transsudation in die Magenhöhle hinein. Und das Organ wird auf diese Weise bedeutend und für lange Zeit belastet. Ist doch die in den Magen hinein erfolgende Absonderung in Fällen von verzögerter Entleerung, oder wie v. Mehring sich ausdrückt: „Die Volumzunahme des Mageninhalts infolge des Flüssigkeitsstromes vom Blute nach dem Magen", als wesentliche Ursache für die Entstehung von Gastrektasien angesehen worden [v. Mehring (38), Kussmaul (28)].

Zusammenfassung.

1. Bei der Entleerung von mit der Sonde eingeführten Flüssigkeiten erfolgen die ersten Pylorusschüsse mit grösserer Kraft als die späteren.

2. Am Ende eines energischen Pylorusschusses tritt bisweilen ein kurzes Rückströmen nach dem Magen auf. Es ist unentschieden, ob in diesem Momente der Pylorussphinkter schon geschlossen ist und der Rückstrom dadurch erfolgt, dass nach dem Sphinkterschluss unter dem Pylorus ein schwach negativer Innendruck zustande kommt; oder ob bei noch offenem Sphinkter und schon nachlassender Magenkontraktion der Innendruck des Duodenums einen Augenblick das Uebergewicht erlangt.

3. Der Innendruck des Duodenums zeigt respiratorische Oszillationen.

4. Ein Zusatz von reinen Eiweissstoffen zu Wasser verzögert die Magenentleerung.

5. Ovalbumin wirkt weniger verzögernd als andere Eiweissstoffe.

6. Schwache (2—3proz.) Zuckerlösungen sind meist schneller aus dem Magen verschwunden als reines Wasser.

7. Konzentrierte Zuckerlösungen (10—20proz.) beschäftigen den Magen sehr lange infolge von Diffusionsvorgängen und verzögern den Zeitpunkt der Entleerung.

8. Heisse dünne Zuckerlösungen verlassen den Magen schneller als kalte.

9. Geringer Zuckerzusatz zu einer eiweisshaltigen Flüssigkeit verkürzt deren Verweildauer im Magen.

Literatur.

1. v. Anrep, Die Aufsaugung im Magen des Hundes. Arch. f. Physiol. 1881. S. 504.
2. Bickel, Experimentelle Untersuchungen über die Magensaftsekretion beim Menschen. Verhandlg. d. 23. Kongr. f. innere Medizin. 1905. S. 491.
3. Bickel und Roeder, Ueber die Milcheiweissfrage in der Säuglingsernährung. Berl. klin. Wochenschr. 1910. Jahrg. 47. Nr. 1. S. 8.
4. Cannon, The Passage of different food-stuffs from the stomach and through the small intestine. Americ. journ. of Physiology. 1905. Vol. 12. p. 367.
5. Clemm, Ueber die Beeinflussung der Magensaftabscheidung durch Zucker. Therap. Monatsh. 1901. Bd. 15. S. 403.
6. Cohnheim, Beobachtungen über Magenverdauung. Münch. med. Wochenschr. 1907. Jahrg. 54. Nr. 52. S. 2581.
7. Cohnheim, Die Physiologie der Verdauung und Aufsaugung, in Nagel's Handbuch der Physiologie. 1907. Bd. 2. Teil 2. S. 516.
8. Cohnheim und Best, Ueber Bewegungsreflexe des Magendarmkanals. Zeitschr. f. physiol. Chem. Okt. 1910.
9. Cohnheim und Best, Ueber die Verweildauer von Flüssigkeiten im Magen. Zeitschr. f. physiolog. Chem. Okt. 1910.
10. Colin, Traité de physiolog. comparée. 1886. p. 758.
11. Contejan, Contribution à l'étude de la physiologie de l'estomac. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1893. Bd. 29. p. 131.
12. Ewald und Boas, Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Verdauung. II. Virch. Arch. 1886. Bd. 104. S. 271.
13. Fleischer, Ueber Verdauungsvorgänge im Magen unter verschiedenen Einflüssen. Berl. klin. Wochenschr. 1882. Jahrg. 19. S. 97.
14. Gordejew, Die Arbeit des Magens bei verschiedenen Speisearten. Diss. St. Petersburg 1906. Zit. nach Maly. Bd. 36. S. 407.
15. Gross, Ueber die direkte Berieselung (Lavage) des Duodenums. Münch. med. Wochenschr. 1911. Jahrg. 58. S. 353.
16. Haudek und Stigler, Radiologische Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Austreibungszeit des normalen Magens und Hungergefühl. Pflüg. Archiv f. d. gesamte Physiol. 1910. Bd. 133. S. 145.
17. Hirsch, Untersuchungen über den Einfluss von Alkali und Säure auf die motorischen Funktionen des Hundemagens. Zentralbl. f. klin. Med. 1893. Bd. 14. S. 73.
18. Hirsch, Weitere Beiträge zur motorischen Funktion des Magens nach Versuchen an Hunden mit Darmfisteln. Zentralbl. f. klin. Med. 1893. Bd. 14. S. 379.
19. Hofmeister und Schütz, Ueber die automatischen Bewegungen des Magens. Archiv f. exper. Path. u. Pharm. 1885. Bd. 20. S. 1.
20. Jaworski, Vergleichende experimentelle Untersuchungen über das Verhalten des Kissinger und Karlsbader Wassers usw. Deutsches Archiv für klin. Med. 1884. S. 38.
21. Jolasse, Zur Motilitätsprüfung des Magens durch Röntgenstrahlen. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. 1907. Bd. 11. S. 47.

22. Justesen, Ueber den Einfluss verschiedener Nahrung auf die Salzsäuresekretion und den osmotischen Druck im normalen menschlichen Magen. Zeitschr. f. klin. Med. 1901. Bd. 42. S. 451.
23. Kafemann, Ueber Aphrodisiaca. Münch. med. Wochenschr. 1910. Jahrg. 57. Nr. 7. S. 355.
24. Kästle, Rieder und Rosenthal, Ueber Röntgenkinematographie (Biorröntgenographie) innerer Organe des Menschen. 2. Mitteilg. Zeitschr. für Röntgenkunde. 1910. Bd. 12. S. 1.
25. Katsch, Eine Duodenaldoppelkanüle zur Beobachtung der Magenentleerung. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1911.
26. R. Kaufmann, Anatomisch-experimentelle Studien über die Magenmuskulatur (über die Rinnenbildung an der kleinen Kurvatur). Zeitschr. f. Heilkunde. 1907. Bd. 28. N. F. Bd. 8. H. 7. S. 203.
27. Konried, L'examen radioscopique de l'estomac. Progrès Médical. 1906. Année 35. T. 22. No. 8. p. 113.
28. Kussmaul, Die peristaltische Unruhe des Magens. Sammlung klin. Vorträge von Volkmann. 1880. Nr. 181. S. 113.
29. Lang, Zit. nach Nagel's Handbuch der Physiologie. Bd. 2. 2. Teil.
30. Leven et Barret, L'estomac du nourrisson. Forme, limite inférieure. Mode de remplissage et d'évacuation. Presse méd. 1906. No. 63. p. 503.
31. Levites, Ueber die Verdauung der Fette im tierischen Organismus. Zeitschr. f. physiol. Chem. 1907. Bd. 53. S. 349.
32. Lintwarew, Ueber die Rolle der Fette beim Uebergang des Mageninhalts in den Darm. Diss. St. Petersburg 1901, zit. nach Jahresber. f. Tierchem. Bd. 32. S. 401.
33. London und Polowzowa, Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Organismus. 6. Mittlg. Eiweiss- und Kohlehydratverdauung im Magen-Darmkanal. Zeitschr. f. physiol. Chem. 1906. Bd. 49. S. 324.
34. London und Polowzowa, Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper. 12. Mittlg. Zur Frage über den Einfluss der Nahrungsmenge auf die Magenverdauung. Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1907. Bd. 53. S. 240.
35. London und Polowzowa, Zur Frage über das Verhalten des Fleisches im Magen. 1907. Bd. 53. S. 404.
36. London und Sulima, Zum Chemismus der Verdauung im tierischen Körper. 2. Mittlg. Eiweissverdauung im Magen-Darmkanal. Zeitschr. f. physiol. Chem. 1905. Bd. 46. S. 209.
37. Marbaix, Le passage pylorique. La Cellule. 1898. T. 14. F. 2. p. 251.
38. v. Mehring, Ueber die Funktion des Magens. 12. Kongr. f. innere Med. 1893. S. 471.
39. v. Mehring, Zur Funktion des Magens. 15. Kongr. f. innere Med. 1897. S. 433.
40. F. Meyer, Zur Frage der Verweildauer von Flüssigkeiten im Magen. Zeitschr. f. physiol. Chem. 1911. Bd. 71. S. 466.
41. F. Meyer und Roeder, Experimentelle Untersuchungen über die Verweildauer der Kissinger Mineralwässer im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten im Magen. Berl. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 20.

42. Moritz, Studien über die motorische Tätigkeit des Magens, über das Verhalten des Druckes im Magen. Zeitschr. f. Biologie. 1895. Bd. 32. S. 313.
43. Moritz, Studien über die motorische Tätigkeit des Magens. Zeitschr. f. Biologie. 1901. Bd. 38. S. 565.
44. R. L. Müller, Beiträge zur Anatomie, Histologie und Physiologie des Nervus vagus usw. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1911. Bd. 101. S. 421.
45. Oppenheimer, Ueber die motorischen Verrichtungen des Magens. Deutsche med. Wochenschr. 1889. Bd. 15. S. 125.
46. Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, deutsch von Dr. J. Walther. Bergmann, Wiesbaden 1898.
47. Pawlow, Die äussere Arbeit der Verdauungsdrüsen und ihr Mechanismus. Nagel's Handb. d. Phys. 1907. Bd. 2. Teil 2. S. 666.
48. Penzoldt, Beiträge zur Lehre von der menschlichen Magenverdauung. Arch. f. klin. Med. 1893. Bd. 51.
49. Penzoldt, Beiträge zur Lehre von der menschlichen Magenverdauung unter normalen und abnormen Verhältnissen. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1894. Bd. 53. S. 209.
50. Penzoldt und Stintzing, Handb. d. gesamten Therapie. Bd. 2.
51. Poensgen, Die motorischen Verrichtungen des menschlichen Magens. Strassburg, bei Trübner, 1882.
52. Prym, Die Entleerung des Magens, die Trennung des Festen und Flüssigen usw. Münch. med. Wochenschr. 1908. Jahrg. 55. Nr. 2. S. 57.
53. Rieder, Röntgenuntersuchungen des Magens und Darmes. Münch. med. Wochenschr. 1906. Jahrg. 53. S. 114.
54. Roeder, Untersuchungen über die motorische Funktion des Magens. Arch. f. Kinderheilk. Bd. 50. S. 399.
55. Röth und Strauss, Untersuchungen über den Mechanismus der Resorption und Sekretion im menschlichen Magen. Zeitschr. f. klin. Med. 1899. Bd. 37. S. 144.
56. Schemiakine, L'excitabilité spécifique de la muqueuse du canal digestif. 7ə mémoire. Physiologie de la région pylorique de l'estomac du chien. Arch. des sc. biol. de St. Petersb. 1904. Tome 10. p. 89. Zit. nach Ergebnissen der Physiologie. 1906.
57. Schloss, Ist die Konzentration des reflektorisch abgeschiedenen Magenfundussekrets abhängig von der Konzentration in den Magen eingeführter Lösungen? Berl. klin. Wochenschr. 1907. Bd. 44. S. 39.
58. Adolf Schmidt, Einfluss der gesteigerten Körperbewegung auf die Magenverdauung. Diss. Erlangen 1893.
59. Schönborn, Verh. der deutschen Ges. f. Chirurgie. 6. Kongress. 1877.
60. Schüle, Untersuchungen über die Sekretion und Motilität des normalen Magens. Zeitschr. f. klin. Med. 1896. Bd. 29. S. 49.
61. Sée et Mathieu, Dilation de l'estomac. Rev. de Médecine. 1884. Tome 4. p. 375.
62. Serdjukow, Ueber die Bedingungen des Uebertritts der Nahrung vom Magen in den Darm, zit. nach Jahresber. f. Tierchem. Bd. 29. S. 350.
63. Sick und Tedesko, Studien über Magenbewegung mit besonderer Berücksichtigung der Ausdehnungsfähigkeit des Hauptmagens (Fundus). Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1908. Bd. 92. S. 416.

64. Smith, Die Resorption des Zuckers und des Eiweisses im Magen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1884. S. 481.
65. Sticker, Die Magensaftabsonderung beim Pyloruskrebs und die Methode ihrer Erforschung. Zentralbl. f. klin. Med. 1887. Bd. 8. Nr. 34. S. 625.
66. H. Strauss, Ueber das spezifische Gewicht und den Gehalt des Mageninhalts an rechtsdrehenden Substanzen, sowie über das Verhalten der HCl-Sekretion bei Darreichung von Zuckerlösungen. Zeitschr. f. klin. Med. 1896. Bd. 29. S. 221.
67. Strauss, Zur Funktion des Magens. 18. Kongress f. innere Med. 1900. S. 556.
68. Tobler, Ueber die Eiweissverdauung im Magen. Zeitschr. f. phys. Chem. 1905. Bd. 45. S. 187.
69. Tobler und Bogen, Ueber die Dauer der Magenverdauung der Milch und ihre Beeinflussung durch verschiedene Faktoren. Monatsschr. für Kinderheilk. 1908. Bd. 7. Nr. 1. S. 12.
70. Ullmann, Diskussionsbemerkung zum Vortrag von Fuld. Berl. klin. Wochenschr. 1910. Nr. 28. S. 1236.
71. v. Uexküll, Studien über den Tonus. Zeitschr. f. Biologie. 1905. Bd. 46. N. F. 26. S. 1.
72 Waldeyer, Die Magenstrasse. Sitzungsberichte der Kgl. preuss. Akad. der Wissensch. 1908. Bd. 1. S. 595.
73. v. Werther, Ueber Zuckerfütterung. Diss. Halle 1886.
74. Edgar Zunz, Die Eiweissverdauung im Magen. Ergebnisse der Physiologie. 1906. Bd. 1, 2.

Herrn Prof. Dr. A. Bickel bin ich für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für seine Unterstützung bei deren Durchführung zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Lebenslauf.

Als Sohn des evangelischen Berliner Kunstmalers und Schriftstellers Hermann Katsch bin ich, Gerhardt Katsch, am 14. Mai 1887 zu Berlin geboren. Ich besuchte das Königl. Französische Gymnasium in Berlin bis zur Reifeprüfung im Herbst 1905. Mein medizinisches Studium betrieb ich an den Universitäten Paris, Marburg, Berlin. Das ärztliche Vorexamen bestand ich Anfang März 1908 mit dem Prädikat „sehr gut“, die Staatsprüfung mit „gut“ am 7. Januar 1911. Der Dienstpflicht mit der Waffe genügte ich im Sommer 1908.

Zu besonderem Danke fühle ich mich unter meinen Lehrern folgenden Herren verpflichtet: Aschoff, Bickel, Bier, Brugsch, Brühl, Bumm, Dastre, Le Dantec, Engelmann, E. Fischer, Gasser, Giard, O. Hertwig, Hildebrand, Houssay, Kraus, Moissan, v. Olshausen, Orth, Perrin, Poirier, Richet, Silex, Waldeyer, Ziehen, Zincke.